DEDICACE

A ma mère BASEZAGE HAMULI Beatrice et à mon oncle maternel MATUGURU Joseph pour leurs amours et soutien durant notre cursus scolaire et académique mais aussi pour tant de sacrifices qu'ils continuent de consentir pour nous permettre de terminer nos études universitaires.

A mes frères et sœurs qui nous ont soutenus d'une manière et d'une autre, et nous ont entourés d'amours malgré notre absence à leurs côtés.

REMERCIEMENTS

Quel que soit des obstacles éprouvés pendant toutes cette période nous voici arrivé au terme de notre travail de fin de cycle, qui a connu l'assistance de plusieurs personnes, dont nous serons ingrats sans reconnaitre le soutien et les efforts consentis par chacune d'elles pour son aboutissement.

Nous remercions grandement notre Dieu Tout Puissant qui est la source de l'intelligence et de la sagesse ainsi que le maître de temps et de circonstance pour nous avoir fortifié et protégé durant toute cette période de notre parcourt académique.

Particulièrement nous remercions notre directeur Mr. Professeur Dr. Faustin MBAYU ML qui, malgré ses multiples occupations, avait accepté de nous encadrer, également à Ir. As. Platini BILONGO NGAMA, pour son encadrement au présent travail; qu'il reçoit notre grande reconnaissance.

J'exprime mes sincères remerciements à l'Ass. UKELO YEUMBE Samuel, pour sa disponibilité et appui scientifique durant la réalisation de ce travail.

Nous présentons nos gratitudes envers les autorités de notre Faculté des Sciences Agronomique dont le président du jury Mr. MUTUMOA NANGA Clément, au Secrétaire Facultaire Assistant KIZA KAKADO Junior, Assistant Joël TAGIRABO, CT. KAMBALE SOHERANDA Jargy, pour leur encadrement de qualité ainsi que leur disponibilité pour la résolution de nos différentes préoccupations tout au long du parcourt de notre cycle.

Spécialement nous remercions nos parents BASEZAGE HAMULI Beatrice et MATUNGURU JOSÈPHE; notre Grand-mère NNAMWEZI Asrtrid; mes Oncles et Tantes et tous les autres membres de ma famille pour leur amour, affection, conseil et soutien durant cette période. Que ce travail leur soit l'objet de motivation pour leurs courage manifeste au regard de nos études pour la scolarisation.

A tous les collègues étudiants avec qui nous avons traversé de bon et de mauvais moments, spécialement Abedi Selemani, Angonizo

Madrakini, Aseli Akpadu, Bashonga Josue, Fidel Uytterhaegen, Kahindo Tsongo, Sifa Madasi, Uwekumu Bitumu, nous exprimons notre vive reconnaissance.

Enfin, que toute personne de bonne volonté, de près ou de loin qui nous a aidée dans la réalisation de ce travail sur le plan académique, matériel, financier, et dont le nom n'est pas mentionné dans le présent travail, soit rassurée de nos reconnaissances.

Balume Kajoka Gentil

SIGNES, SIGLES ET ABREVIATIONS

A (%) : Abondance relative.

AAM : Accroissement Annuel Moyen.

BA : Biomasse Aérienne.

CIFOR : Center for International Forestry Research.

CO2 : Le dioxyde de Carbone.

DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine.

DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine.

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

HT : Hauteur Total.

ICU : Ilot de Chaleur Urbain.

ISTB : Institut Supérieur Théologique de Bunia.

OFEV : Office Fédéral de l'Environnement.

ONGD : Organisation Non Gouvernementale.

PFNL : Produits Forestiers Non Ligneux.

PIB : Produit Intérieur Brut.

REDD : Réduction des émissions dues à la Déforestation et Dégradation des forets.

SE : Service Ecosystémique.

USB : Université Shalom de Bunia.

TABLE DES MATIERES

RESUME

La forêt reste un bien commun universel et un écosystème complexe, elle contribue à l'équilibre de la nature et du climat mais aussi elle sert d'habitat à un grand nombre d'espèces animales et végétales, Les projections s’accordent sur la prévision d’une hausse d’augmentation sensible de la température. Elles montrent également une tendance claire à la hausse du total des précipitations moins uniforme. C’est dans ce contexte que le présent travail intitulé « Diversité et biomasse des essences en boisement au campus Langford de l’Université Shalom de Bunia» intervient en ayant pour objectif d’évaluer la diversité des essences en boisement au Campus Langford de l’Université Shalom de Bunia ainsi que leur biomasse pour détermine le taux de séquestration de carbone.

Pour ce faire, la méthode expérimentale indirecte couplée avec les techniques d’inventaire dendrologique et dendrométrique ont été utilisées pour déterminer la quantité de biomasse ainsi que les autres caractéristiques floristiques de peuplement d’arbres plantés dans cette concession. Ainsi donc les données recueillies ont été traitées et analysées par le logiciel R et les autres formules mathématiques.

Les résultats obtenus ci-après montrent que dans la Consession de Langford : 642 arbres ont été inventoriés sur une superficie de 39 hectares (soit une densité de 17 arbres/ha), 9 essences d’arbres reparties en 9 familles ; le total de la biomasse aérienne s’élève à 11, 9841kg, ce qui correspond à un stock de carbone séquestré de 5,992 tonnes soit un équivalent de 21,991 tonnes de CO_2. Les valeurs de ces paramètres varient d’une espèce à une autre et d’une avenue à une autre.

Avec la disparition des forêts naturelles, il devient donc indispensable de promouvoir le boisement des milieux urbains (puits de carbone urbain) vu leur importance dans la séquestration de carbone. Cette action pourra contribuer efficacement à résoudre les nombreux problèmes écologiques auxquels sont confrontés nos villes et leurs habitants. Les valeurs de ces paramètres varient d’un quartier à un autre et d’une avenue à une autre.

Mots clés : diversité, arbre, le carbone, boisement

ABSTRACT

The forest remains a universal common good and a complex ecosystem, it contributes to the balance of nature and the climate but also it serves as a habitat for a large number of animal and plant species. Projections agree on the forecast a noticeable increase in temperature. They also show a clear upward trend in less uniform precipitation totals. It is in this context that the present work entitled "Diversity and biomass of species in afforestation at the Langford campus of the Shalom University of Bunia" intervenes with the objective of evaluating the diversity of species in afforestation at the Langford Campus of the Shalom University of Bunia as well as their biomass to determine the rate of carbon sequestration.

To do this, the indirect experimental method coupled with dendrological and dendrometric inventory techniques were used to determine the amount of biomass as well as other floristic characteristics of the stand of trees planted in this concession. Thus, the data collected was processed and analyzed by the R software and other mathematical formulas.

The results obtained below show that in the Langford Consession: 642 trees were inventoried over an area of 39 hectares (i.e. a density of 17 trees/ha), 9 tree species divided into 9 families; the total above-ground biomass amounts to 11.9841 kg, which corresponds to a sequestered carbon stock of 5.992 tonnes, or an equivalent of 21.991 tonnes of CO2. The values of these parameters vary from one species to another and from one avenue to another.

With the disappearance of natural forests, it therefore becomes essential to promote the afforestation of urban environments (urban carbon sinks) given their importance in carbon sequestration. This action can contribute effectively to solving the many ecological problems facing ours cities and their inhabitants. The values of these parameters vary from one neighborhood to another and from one avenue to another.

Keywords: diversity, tree, carbon, afforestation

LISTES DES TABLEAUX

LISTES DES FIGURES

INTRODUCTION

1. Problématique

La forêt reste un bien commun universel et un écosystème complexe, elle contribue à l'équilibre de la nature et du climat. Elle sert d'habitat à un grand nombre d'espèces animales et végétales, mais remplit également de nombreuses autres fonctions notamment le contrôle de l'érosion, le stockage de l'eau, la fixation et fertilisation du sol, l'interception et redistribution des précipitations dont notamment, sa destruction par l'homme a des conséquences sur l'environnement dans son ensemble (Kabulu et *al* 2008).

Les forêts elles sont fondamentales pour la sécurité alimentaire et l'amélioration des moyens d'existence elle peuvent renforcer la résilience des communautés en fournissant des services économiques, sociaux et environnementaux tels que l'alimentation, le bois-énergie, le logement, le fourrage et les fibres (FAO, 2016), mais aussi elle font partie des systèmes terrestres les plus riches en diversité biologique dont elles offrent des formes variées d'habitats pour les espèces végétales, animales et pour les micro-organismes. La crise énergétique et le réchauffement annoncé de la planète terre relève de nouvelles perspectives d'utilisation de biomasse forestière.

La forêt d'Afrique centrale subit de plus en plus une pression accrue qui résulte de la combinaison de divers facteurs au réchauffement climatique; alors que l'exploitation forestière sous aménagement durable constituait le mode dominant de gestion de l'espace forestier depuis de nombreuses décennies, plusieurs activités concurrentes prennent une ampleur grandissante. C'est notamment le cas des agricultures industrielle et paysanne (Lescuyer, 2014).

Les forêts comprennent de multiples écosystèmes associés à une grande diversité de conditions édaphiques et microclimatiques qui se dérouler à travers de vastes paysages. La composition et la nature des écosystèmes forestiers varient au cours du temps, en fonction des

perturbations naturelles et des changements du régime climatique (Thompson, 2011).

Depuis un siècle, la croissance exceptionnelle de la population a entraîné l'extension des cultures et des zones urbanisées au dépend des forêts et des pâturages. Il s'en est suivi l'augmentation des problèmes d'érosion de toute sorte, non seulement il dégrade les terres mais a aussi des effets dangereux sur les grands équilibres planétaires de la dynamique du carbone, sur les gaz à effets de serre et le réchauffement climatique global (Toose et *al* 2004).

Les forêts sont à la base de la subsistance de plus d'un milliard de personnes vivant dans un état de pauvreté extrême dans le monde entier, et permettent de fournir des emplois salariés à plus de 100 millions d'individus (Roose et *al* 2004). Elles renferment plus de 80 pour cent de la biodiversité terrestre de la planète et aident à protéger les bassins versants, essentiels à l'approvisionnement en eau propre de la majorité de l'humanité. Cependant, le changement climatique présente d'énormes défis pour les forêts et les populations ; dont les arbres jouent un rôle crucial dans les systèmes de gestion de terres autres que les forêts telles que l'agriculture et l'environnement urbain. La gestion intégrée des paysages ou des territoires est une approche clé dans l'adaptation au changement climatique et son atténuation et permettra d'assurer qu'une attention suffisante est prêtée aux arbres hors forêt (FAO, 2010).

De nos jours dans le monde sur la période 2015-2020, le rythme de déforestation a été estimé à 10 millions d'hectares contre 16 millions d'hectares par an, mais aussi la superficie mondiale des forêts primaires s'est réduite de plus de 80 millions d'hectares depuis des années 1990. Plus de 100 millions d'hectares de forêts souffrent de diverses agressions dont notamment : l'incendies, action des ravageurs, maladies, espèces envahissantes, sécheresse et événements climatiques dommageables, notons par ailleurs que la dégradation et la disparition des forêts sont des facteurs qui y contribuent aux plusieurs maladies car

elles perturbent l'équilibre de la nature et augmentent le risque et l’exposition des populations aux zoonoses dans la surface terrestre (FAO, 2020). Le changement climatique accentuant les risques qui pèsent sur les systèmes alimentaires, le rôle des forêts dans la fixation et le stockage du carbone, et l’atténuation du changement climatique, revêt une importance croissante pour le secteur agricole. La perte nette de superficie forestière est inférieure au taux de déforestation, et qu'elle a diminué: elle est passée d’une moyenne de 7,8 millions d’hectares par an dans les années 1990 à 4,7 millions d’hectares par an au cours de la période 2010-2020. En termes absolus, on retiendra que la superficie forestière mondiale a diminué de 178 millions d’hectares entre 1990 et 2020, ce qui représente l’équivalent de la superficie de la Libye (FAO, 2020).

Le continent africain est riche en écosystèmes forestiers divers offrant un large éventail d’avantages à ses habitants. Il abrite la deuxième plus grande forêt tropicale de la planète ; le Bassin du Congo compte 17 pour cent des forêts du monde et 31 pour cent des zones boisées du Sahel et d’autres régions. Il est toutefois inquiétant de constater que ces atouts et ressources naturelles subissent actuellement des changements structurels causés par la dégradation et la fragmentation occasionnées par les processus naturels ainsi que les activités humaines (anthropiques). Jusqu’à 65 pour cent des terres productives d’Afrique sont dégradées tandis que la désertification affecte 45 pour cent des terres émergées du continent. Chaque année, le continent perd près de 3 millions d’hectares de ses forêts, entraînant une perte de 3 pour cent du PIB à cause de l’épuisement des sols et des nutriments. La dégradation des paysages forestiers ne fait pas qu’intensifier les effets du changement climatique, elle menace aussi considérablement les fonctions écologiques essentielles à la mise en place d’économies prospères et résilientes pour les communautés (FAO, 2021).

L'Afrique centrale abrite la deuxième plus grande forêt tropicale au monde avec plus de 240 millions d'hectares. Bien que le taux annuel

de perte de forêt naturelle diminue en Afrique, l'évaluation des ressources forestières mondiales (FAO, 2022), qui a révélé une perte annuelle dans cette région d'environ 3,1 millions d'hectares de forêts naturelles au cours des cinq dernières années, est pourtant les réformes politiques et de gouvernance dans la région avancent, mais les efforts visant à conserver et à utiliser durablement les forêts sont encore fragmentés et sous-financés. En Afrique de l’Ouest où le manque de données disponibles sur la biomasse des forêts et le stock de carbone est plus accentué, les forêts denses ont quasi disparues et ont laissé place à des zones profondément dégradées dues à une déforestation intensive au profit de l’agriculture et au déboisement (Tiébré et *al* 2015).

Les projections climatiques pour la République démocratique du Congo s’accordent sur la prévision d’une hausse augmentation sensible de la température qui s’accompagne des températures extrêmes. Elles montrent également une tendance claire à la hausse du total des précipitations, ainsi qu’une répartition des précipitations moins uniforme, c’est-à-dire une modification des saisons qui se caractérise par une intensification du cycle hydrologique entrainant une augmentation des fréquences d’inondations et de glissements de terrain, dues à l’augmentation des pics de débits de précipitations, et une augmentation des épisodes de sècheresse. Les effets de ces changements de températures et de régime pluviométrique pèsent d’ores et déjà sur l’économie et la société congolaise (Ekoumou, 2019), face en cette engin, la déforestation et la dégradation ne sont pas réparties sur le territoire national de manière homogène, et il faut noter l’existence de « point chauds » de déforestation, notamment en bordure de grandes villes dans la bande savanicole (Kinshasa, Lubumbashi, Kananga) ainsi que dans la Cuvette (Kisangani, Kindu), dans le Nord de la Province de l’Équateur ainsi que dans la zone du Rift Albertin (Nord et Sud Kivu, Est de la Province Orientale). Si ces taux de déforestation sont en eux-mêmes relativement faibles par rapport à la moyenne mondiale dans les pays tropicaux, ils sont cependant à mettre au regard de l’importante

superficie de forêt, plaçant la RDC parmi les 10 pays qui perdent chaque année la surface boisée la plus importante.

Dans la perspective de protection de la diversité urbaine, l'avenir des ressources forestières et arborées urbaines est désormais au cœur de plusieurs débats environnementaux de nos jours est le développement organisés par les ministères en charge de l'environnement en RDC. Dans le cadre de la présente étude, il est observable que dans la Concession urbaine du Campus Langford, les différentes pratiques sylvicoles de boisement sont beaucoup plus rependue en suivant quelque travaux pratique, les événements lie en rapport avec l'environnement ; malgré tout, les problèmes persiste du faite que ces réflexions de son peuplement floristique reste toujours indéterminée, ainsi que leur biomasse et le taux de leur séquestration de carbone sont jusque-là non connue, et pourtant de nos jours plusieurs études sont menées dans le cadre de l'objectif poursuivi par le présent travail dans la ville de Bunia.

C'est dans ce contexte bien précis que nous avons eu l'ide d'évaluer la diversité et la biomasse des essences en boisement au Campus Langford de l'Université Shalom de Bunia, qui a beaucoup plus attiré notre attention pour mettre en relief le rôle et l'importance de ce jardin, ouvert aux usages diverses des services qu'il procure.

1.1 Question principale

- Quel est la diversité et la biomasse aérienne des essences en boisement au Campus Langford de l'Université Shalom de Bunia ?

1.2 Questions spécifiques

Ainsi donc plus spécifiquement, quelque question sont posée pour bien mener nos investigations, dont notamment :

- Quelle est les taux de séquestration de carbone des arbres en boisement dans la concession de campus Langford en ville de Bunia ?

- Quel est serait les services écosystémiques fournis par les arbres en boisement dans la Concession du Campus Langford, par la population ainsi que leurs dynamiques ?
- Quel est serait la composition structurale verticale et horizontale de peuplement d'arbres en boisement de la concession du Campus Langford de l'Universite shalom de Bunia ?

2. Hypothèses

2.1 Hypothèse principale

Par rapport à cette étude il relève de l'hypothèse principale selon laquelle la richesse floristique des essences d'arbres boise dans la concession du campus Langford en ville de Bunia serait plus diversifié en espèce ainsi que leur biomasse aérienne serait considérable.

2.2 Hypothèses spécifiques

Au regard des questions ci-haut posées, les hypothèses ci-après sont émises :

- Les taux de séquestration de carbone des arbres en boisement dans la concession de campus Langford. Serait beaucoup plus représentatif.
- Les services écosystémiques fournis par les arbres en boisement dans la concession de campus Lanfgord seraient en multiples usages face aux populations, ainsi que leurs dynamique de pendraient d'une espèce à l'autre.
- La distribution des arbres dans les classes de diamètre et la hauteur serait d'une inégalité en tenant compte des années des plantations.

3. Objectifs du travail

3.1 Objectif général

L'objectif poursuivi par ce présent travail est d'évaluer la diversité des essences en boisement au Campus Langford de l'Université Shalom de Bunia ainsi que leur biomasse pour détermine le taux de séquestration de carbone.

3.2 Objectif spécifiques

Spécifiquement, ce travail a pour objectifs de :

- Déterminer la richesse et la composition floristique des essences en boisement au Campus Langford de l'Université Shalom de Bunia ;
- Estimer leur biomasse aérienne afin d'en déduire le stock et l'équivalent carbone qu'ils séquestrent ces essences en boisement dans la dite concession en vue de déterminer l'importance de boisement en tant que l'une des mesures d'atténuation des gaz à effet de serre.
- Contribuer à combler le déficit d'information sur la diversité et biomasse des essences en boisement au campus Langford de l'Université Shalom de Bunia.

4. Choix et Intérêt du sujet

Le choix de notre sujet ci présent trouve son fondement dans la conviction selon laquelle depuis la dotation de la concession du campus Langford beaucoup des activités champêtres ainsi que ceux lie aux reboisements sont effectué là-bas, mais personne ne s'intéresse est pourtant à l'heure actuelle ce terme fait partie du débat des jours aux jours.

Ce travail présente un intérêt très considérable sur le plan scientifique, car il constitue non seulement une base des données mais aussi un outil important, tant pour les gestionnaires dès l'environnement ainsi donc aux autres chercheurs, qu'à toute personne cadrant avec la lutte contre le réchauffement climatique, c'est aussi une interpellation aux autorités ayant la gestion administrative de la dite concession de prendre conscience dans leurs attributions de se rendre compte des méfaits de cette gestion pour une bonne contribution de la conservation de la nature.

5. Délimitation du sujet

Il nous est difficile d'aborder ce travail sans pour autant pouvoir le délimiter du point de vue spatial et temporel, afin de nous épargner de toute attitude de généralisation mais surtout pour des raisons pratique et objective. Sur le plan spatial, l'étude s'est réalisée au sein de la concession de l'université Shalom de Bunia appelé campus Langford en

ville de Bunia, et sur le plan temporaire, notre étude recherche des informations sur une période allant de 11/07/2022 au 10/08/2022.

6. Etat de la question

- ✓ Ngoumba, 2017 a travaillé sur : « Biodiversité, estimation du stock de carbone et gestion forestière des reboisements de *Terminalia superba* Engl. et Diels en République du Congo ». cette étude avait comme objectif d'évaluer la biodiversité dans le sous-bois des *Terminalia superba Engl*. & *Diels* et de quantifier l'évolution des stocks de carbone dans les compartiments aérienne et souterraine des arbres en vue d'apprécier l'incidence du reboisement sur la reconstitution de la forêt et la génération des stocks de carbone. Il a abouti aux résultats selon lesquels le stock de carbone était de 129,67 tonnes pour 6500 ha qui correspondent à une quantité de CO2 de 475,89 tonne équivalent CO2, soit une valeur économique égale à 1 413 278 FCFA. Cette étude a démontré que la méthode sylvicole appliquée engendre des répercussions positives sur la reconstitution de la biodiversité et la séquestration du stock de carbone. Cette étude a encore démontrée que les fortes perturbations anthropiques jouent un rôle très néfaste sur la reconstitution forestière, ce qui empêche le développement d'arbres et la génération des stocks de carbone. Cette étude a mis en valeur les reboisements de *Terminalia superba Engl*. & *Diels* dans sa diversité floristique, ce qui contribue à la lutte contre le changement climatique.
- ✓ Ouedraogo et *al* 2019, sur : « Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l’Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso province du Houet au Burkina Faso » cette étude avait pour objectif d’estimer la biomasse afin d’en déduire les stocks de carbone du massif forestier de l’ENEF est d’estimer les stocks de carbone épigé et racinaire enfin, d’estimer les quantités de carbone atmosphérique séquestrées ; ils ont abouti aux résultats selon lesquels dans la savane, le carbone stocké dans la biomasse épigée s’élève à 17,66 ± 22,05 t C/ha et celui de la

biomasse hypogée ainsi que de la végétation herbacée ont été respectivement de 2,28 ± 2,41 t C/ha et de 1,39 ± 0,61 t C/ha. Au niveau de la plantation de teck et de la zone agroforestière, les quantités de carbone contenues dans la biomasse aérienne ligneuse ont été respectivement de 54,38 ± 12,04 t C/ha et 2,50 ± 3,28 t C/ha contre 7,09 ± 1,40 t C/ha et 0,35 ± 0,42 t C/ha dans les racines.

- ✓ N'Dja, 2018, dans le cadre de son article portant sur : « Analyse De La Diversité Floristique De La Forêt Classée D'agbo I (Côte d'Ivoire) » qui avait pour objectif de permettre d'établir une meilleure connaissance de la flore de cette forêt dense humide semi décidue à *Nesogordonia papaverifera* (A. Chev.) Cap. (Malvaceae) et *Khaya ivorensis A. Chev*. (Meliaceae). Il a abouti au résultat selon lesquels qui les a permis d'inventorier 686 espèces qui se répartissent en 428 genres et 101 familles. Les familles les plus abondantes sont celles des Fabaceae, des Rubiaceae, des Malvaceae, des Apocynaceae, et des Euphorbiaceae. Parmi ces espèces, 84,11 % sont des phanérophytes et 3,50 % des hémicryptophytes.
- ✓ Angoni et *al*, 2018**,** dans le cadre de leur article ont travaillé sur « Composition floristique, structure et menaces de la végétation de la ligne côtière de la Réserve de Faune de Douala-Edéa ». Cette étude avait comme objectif de décrire la végétation des côtes sableuses et contribuer ainsi à la connaissance de la biodiversité de la Réserve de Douala Edéa. Leurs résultats montrent que les végétaux recensés se répartissent en 103 espèces, 89 genres et 56 familles. Avec un indice de Shannon de 3,56 bits, la diversité floristique de la ligne côtière de la RFDE reste faible. La structure en classes de diamètres de la végétation révèle un peuplement jeune, présentant une forte tendance à la régénération. *Lophira alata* et *Terminalia catappa* sont les espèces dominantes avec respectivement 40 et 16,5% du recouvrement total.

- ✓ Kpane, 2021**,** a travaillé sur « évaluation de la diversité arboricole et son rôle dans l'amélioration de l'environnement urbain de la ville de Bunia en général et de la commune MBUNYA en particulier » dont l'objectif était d'évaluer la diversité des arbres et leur rôle dans l'amélioration de l'environnement urbain, ils ont abouti aux résultats selon lesquels, la moyenne de biomasse aérienne pour les quartiers étudiés est de 1366,14±710,106 (CV : 51,98%), ce qui correspond à une moyenne de 683,075 ± 355,053 kg de Carbone séquestré. Le total de la biomasse aérienne des espaces inventoriés s'élève à 5464,6 kg de matière sèche ; ce qui correspond à un stock de carbone séquestré de 2732,3 Kg, l'équivalent CO2 est de 10119,63Kg.
- ✓ Audet-Giroux, 2021 a travaillé sur : « La séquestration du carbone dans les écosystèmes de la forêt boréale selon les traitements sylvicoles » cette étude avait comme objectif de comprendre de manière empirique les effets à court terme, à l'échelle du peuplement, de stratégies sylvicoles alternatives sur les stocks de Carbonne forestier (biomasse excluant les racines, bois mort, litière, matière organique du sol), par rapport à la stratégie de référence qui consiste en une coupe totale avec protection de la régénération et des sols (CPRS) par tronc entier (débris de coupe laissés au sol). Il a trouvé comme résultats, que ce réservoir représente seulement de 17 à 20% du C contenant dans l'écosystème pour la sapinière à bouleau blanc, la plus grande proportion de C étant contenu dans le bois mort et les sols.

De notre part, cette étude se diffère des autres par le fait qu'il se focalise sur la diversité et biomasse des essences en boisement au campus Langford de l'Université Shalom de Bunia Province de l'Ituri. En outre, nous voulons déterminer la composition floristique de la Concession de langford.

7. Subdivision du travail

Hormis l'introduction, la conclusion et les suggestions, ce travail est structuré autour de trois chapitres ci-après :

- ✓ Le premier chapitre concerne les généralités ;
- ✓ Le deuxième chapitre s'intéresse au milieu d'étude, matériels et méthodes utilisés afin d'aboutir aux résultats visé ;
- ✓ Le Troisième chapitre présente la présentation, interprétation et discutions des résultats.

CHAPITRE PREMIER : GENERALITES

1.1. Le boisement au campus Langford

L'espace de campus Langford est un espace vert urbain qui peut contribuer à la qualité du cadre de vie et à l'attractivité des ONGD dans la ville de Bunia. L'importance de cette espaces verts n'est plus à démontrer tant ils rendent les villes en des lieux de vie agréables, durables, sains et équitables. Une fois bien gérés les arbres dans cette concession doit fournir une habitat, emploi, nourriture et protection à la fois aux humains, aux animaux et aux plantes, contribuant ainsi à maintenir et à accroître la biodiversité, les zones boisées et les arbres remplissent dans la ville et leurs périphéries un large éventail de fonctions vitales telles que le stockage du carbone, l'élimination des polluants atmosphériques, l'alimentation, la sécurité énergétique et hydrique, la restauration des sols dégradés ainsi que la prévention des

sécheresses et des inondations. Ses caractéristiques floristiques et ses bienfaits socio-économiques et écologiques demeurent encore indéterminé ce qui a poussé même l'objet de notre étude. La présente étude a été menée pour mettre en exergue le rôle que peut jouer cet espace dans la conservation des espèces végétales et la réduction des émissions de CO_2.

1.2. Objectif et intérêts

a) Objectifs

Avec le temps actuelle les réchauffements climatique fait de quantique sur les medias, et l'insuffisance en bois de chauffe est un fait bien connu, et le boisement est également indispensable du point de vue de la protection de l'environnement et de la lutte contre la désertification, mais déjà aux prises avec les difficultés de la vie quotidienne, Fertilisation des terres de culture, Bois, arbre d'ombrage, délimitation de consentions, réduire le déboisement et la déforestation en augmentant leur capacité de séquestration de carbone et en diminuant les pressions s'exerçant sur les écosystèmes forestiers, améliorer la gouvernance dans le secteur des forêts et secteurs connexes en particulier le cadre institutionnel, législatif et règlementaire, renforcer les capacités et améliorer le partage de connaissances entre les différents acteurs impliqués dans la gestion des espaces forestiers et connexes afin de promouvoir des investissements dans d'autres pays à écosystèmes forestiers semblables.

- Développement de pépinières et production végétale, Réforme des espaces verts,
- Détection de la progression des dunes de sable, Obtention de bois, de pâte de cellulose, de poteaux, de fruits, de fibres et de combustibles,
- Préservation du sol contre l'érosion et amélioration du bassin hydrographique,
- Mise en place de zones de protection pour le bétail, en techniques de production extensives,

- Formation de défenses contre le vent pour protéger les cultures,
- Collecte de bois pour la production de combustible domestique,
- Construction d'espaces de loisirs. https://www.bio-ecoloblog.com/pourquoi-reboiser/

b) Intérêts

Il est nécessaire de comprendre l'importance du boisement, car le monde dans lequel nous vivons ne serait pas le même sans les forêts qui sont réparties sur tous les continents, étant donné qu'elles jouent un rôle vital dans notre survie sur cette planète.

- **Importance du boisement**

Il est d'une importance capitale de réparer les dommages causés à la nature afin de protéger notre cycle de vie équilibré. Quelle qu'en soit la raison, il est toujours nécessaire de prendre les dispositions nécessaires pour se remettre des dégâts. Lorsqu'il s'agit de forêts, nous devrions placer en tête de nos priorités la récupération des forêts détruites par le biais du processus de boisement. L'importance de la reforestation est indéniable car elle maintient l'équilibre de notre environnement. La perte massive d'arbres dans le monde a des effets dangereux sur notre planète. Elle a non seulement provoqué des changements climatiques, mais a également entraîné une pollution de l'environnement. Notre planète se réchauffe de jour en jour en raison du manque de forêts et, par conséquent, de l'air pollué que nous respirons (Nicolas, 2021).

L'importance du boisement sous la forme de ses avantages peut être évaluée à partir des éléments suivants :

❖ **Réduction du dioxyde de carbone dans l'air**

Les forêts jouent un rôle important dans la réduction du dioxyde de carbone dans l'air. Le monde est confronté à une crise environnementale due à la destruction de centaines de forêts. Le processus croissant d'industrialisation a pollué l'air avec leurs fumées que nous respirons. Par conséquent, le moyen le plus simple de réduire

ces produits chimiques polluants et le dioxyde de carbone est le boisement. Les arbres sont une source d'oxygène et réduisent ainsi la quantité de dioxyde de carbone dans l'air. Les arbres maintiennent un équilibre dans l'environnement en améliorant la qualité de l'air. Il est donc important de planter des arbres à des fins de restauration.

- **Récupérer la biodiversité**

Le monde est confronté à une crise imminente due aux changements environnementaux et au réchauffement climatique à un niveau alarmant. En raison de la déforestation, des centaines d'arbres ont été endommagés ou brûlés. La réduction de nombreuses forêts dans le monde a gravement endommagé la biodiversité. Les animaux qui vivaient dans ces forêts sont contraints de les quitter en raison de leur destruction. Ils trouvent un nouvel endroit où vivre, ce qui perturbe l'environnement naturel des animaux. Tous les habitats ont besoin d'un environnement et de conditions spécifiques pour vivre. La déforestation a eu un impact considérable sur la biodiversité. L'importance de la reforestation ne peut être négligée pour sauver la biodiversité et les animaux vivant dans leur environnement approprié. La restauration des forêts par la plantation de nouveaux arbres à la place des anciens permettrait de compenser les pertes subies par la nature.

- **Restauration de divers habitats**

La reforestation aide à préserver les différentes espèces animales et végétales qui sont affectées par le processus de déforestation. Un grand nombre d'animaux sont confrontés à une grave menace d'extinction uniquement en raison de la perte de centaines de forêts en un court laps de temps. De nombreux animaux sont contraints de trouver un nouvel endroit où vivre, et au cours de ce processus, un grand nombre d'entre eux meurent. L'importance de la reforestation ne se limite pas à l'environnement, mais contribue également à la préservation de la faune. La reforestation a le potentiel de restaurer divers habitats et de sauver de nombreuses vies. Les espèces végétales

menacées peuvent également être réanimées par le processus de reforestation.

1.3. Les arbres hors forêts

Les plantations forestières établies exclusivement pour la production d’énergie sont de plus en plus répandues dans certains pays, et il est probable que celles à multiples usages fourniront les grumes servant à la production de bois de feu, ainsi qu’à d’autres objectifs en fonction de la demande des marchés. Les espèces moins prisées actuellement, les terres boisées exploitées et les arbres hors forêt fournissent des sources de bois potentielles autres que celles commercialisées normalement qui pourraient être utilisées à des fins énergétiques et, dès lors, des catégories de produits forestiers de valeur plus élevée. https://www.fao.org/3/i0139f/i0139f01.pdf

Les arbres hors forêt poussent dans différents espaces aux vocations diversifiées et couvrent une gamme de formations arborées et arbustives aux espèces infinies. En conséquence, ils intéressent de nombreuses disciplines, allant de l'agronomie à l'urbanisme, de la sociologie à la biologie et ils entrent dans le champ de compétences de secteurs aussi variés que l'agriculture, l'environnement, l'élevage, faisant l'objet d'études dans de nombreux domaines comme l'arboriculture fruitière, les systèmes d'exploitation, l'apiculture. Ils sont une ressource fondamentale des systèmes agroforestiers, cruciale pour le sylvopastoralisme et au cœur de la foresterie rurale, urbaine et communautaire.

1.3.1. Définition des arbres hors forêt

Les arbres hors forêt se rapportent aux arbres qui se trouvent sur des terres qui n'appartenant pas à la catégorie des terres forestières (ou forêts) et autres terres boisées. Ils peuvent donc se retrouver sur les «autres terres», à savoir sur les terres agricoles (incluant prairies et pâturages), sur les terres bâties (incluant établissements humains et infrastructures) et sur les terres nues (incluant les dunes de sable et

affleurements rocheux). Ils comprennent également les arbres sur des terres ayant les caractéristiques des forêts et autres terres boisées, mais dont i) la superficie est inférieure à 0,5 hectare; ii) les arbres sont capables d'atteindre une hauteur d'au moins 5 m à maturité in situ mais où le niveau de matériel sur pied est inférieur à 5 pour cent; iii) les arbres n'atteignent pas 5 m à maturité in situ mais où le niveau de matériel sur pied est inférieur à 10 pour cent; iv) les arbres forment des rideaux-abris et des ripisylves de moins de 20 m de large et couvrent une superficie égale ou inférieure à 0,5 hectare. L'expression «arbres» hors forêt comprend les arbres et les arbustes. (FAO, 2001).

1.3.2. Aperçu synthétique des multiples facettes des arbres hors forêt

Parmi tant d'autres caractéristiques, les arbres hors forêt satisfont nombre de besoins des ménages et sont intégrés dans les stratégies de production, de consommation et d'acquisition de revenus des populations. Ils fournissent des produits de première importance au niveau alimentaire tant pour l'homme que pour le bétail (fruits, graines, noix, fourrage, etc.) ou non alimentaire (pharmacopée, bois d'œuvre, de trituration, de feu et de service, fibres, feuilles, etc.). De plus, les arbres hors forêt, à l'égal des arbres des systèmes forestiers, rendent de multiples services directs (qualité de l'environnement, conservation des écosystèmes, ombrage, etc.) et indirects tels la création d'emplois, le développement de secteurs industriels et artisanaux, l'ouverture de marchés.

1.3.3. Caractéristiques majeures des Arbres hors Forêt

Les AHF concernent un très grand nombre de personnes : les agriculteurs, les éleveurs et les institutions associées au développement rural ; les habitants des villages et villes, et les institutions associées à la gestion et au développement urbain, les associations et institutions environnementales, les organismes de planification rurale et urbaine, ils tiennent une place vitale dans les conditions de vie de l’humanité : en particulier, les arbres sur les terres agricoles et les arbres en ville

assurent une multitude de services tant environnementaux qu'économiques, sociaux et culturels.

1.4. Statuts et services environnementaux

L'action déterminante du climat sur la répartition des essences est bien connue, malgré le phénomène inverse qui reste beaucoup moins et pourtant la présence des forêts exercent une influence décisive sur le climat. Chaque étendue boisée, et jusqu'au plus petit bosquet, participe au grand cycle de l'eau, indispensable au maintien de la vie sur terre.

Les forêts sont considérées comme des ressources nationales de premier rang dont les valeurs économiques, environnementales, sociales et culturelles sont importantes (Wasseige C. 2013), Elles constituent le fondement de la réussite des principaux secteurs productifs tels que ceux du tourisme, de l'eau, de l'énergie, des infrastructures, de la faune, de l'industrie et de l'élevage. En effet, les forêts jouent un rôle clé en matière de protection des bassins versants qui fournissent l'eau destinée à l'usage domestique, l'agriculture, l'industrie et la production d'énergie hydroélectrique. En matière de développement national, les forêts jouent un rôle crucial grâce à la fourniture de divers produits tels que le bois débité, le bois de chauffage, le charbon de bois, les matériaux de construction, les poteaux de transmission, la pâte à papier et d'autres produits ligneux (Wasseige C. 2013).

1.5. Présentation systématiques des essences en étude

L'inventaire des espèces végétales vise l'aspect "conservation des espèces" et la protection de leurs habitats en vue de leur exploitation rationnelle et durable; les considérations taxonomiques de ces espèces exotiques font l'objet du Volet "Flore".

1.6. La diversité floristique et ses avantages dans l'environnement

La végétation urbaine dans son ensemble offre des bienfaits aussi variés qu'utiles, également appelés services écosystémiques (SE) (Mehdi Lotfi et *al*, 2017), l'arbre en milieu urbain est devenu dorénavant un élément essentiel pour un environnement vivable et durable, les arbres éliminent le CO2 de l'atmosphère, le gaz à effet de serre le plus

courant, par le biais du processus de photosynthèse. Les arbres séquestrent et stockent également le carbone, fournissent des habitats pour la biodiversité associée, réduisent le ruissellement de l'eau et l'érosion des sols (Fuwape et *al*, 2011). Site par (L. C. SEHOUN 2021 et *al*,) ces nombreux avantages écosystémiques issus des arbres, permettent une amélioration de la qualité environnementale des villes dont dépend la santé des humains.

Les forêts et les arbres fournissent des biens aux communautés locales confrontées à des menaces climatiques, Dans les pays en développement qui sont confrontés à une variabilité climatique et des risques climatiques croissants, les produits issus des arbres et des forêts, comme le bois, le charbon, le bois de chauffage et les produits forestiers non ligneux (PFNL, par exemple les fruits sauvages, les champignons, les racines et le fourrage) constituent d'importants filets de sécurité et font partie des stratégies de diversification des revenus pour de nombreuses communautés dans leurs stratégies de réaction à une crise lorsque la sécheresse entraîne de mauvaises récoltes est diversifier leurs revenus, comme stratégie d'adaptation (c'est-à-dire pour anticiper les crises). La diversification des moyens de subsistance pour faire face à la variabilité climatique. Elle consiste en partie à ramasser du bois de chauffage, des fruits, des épices, du fourrage, des produits médicinaux traditionnels, chasser du gibier, et à produire du bois, du charbon et des briques.

Les arbres dans les champs agricoles régulent l'eau, les sols et le microclimat pour une production plus résiliente, Les petits exploitants et l'agriculture à petite échelle sont souvent plus menacés par les écarts de précipitations et de températures. Face à cet engin les arbres situés dans les champs agricoles peuvent contribuer au maintien de la production dans un climat variable et à la protection des cultures contre les événements climatiques extrêmes, Grâce à leurs systèmes racinaires profonds, les arbres peuvent explorer le sol en profondeur à la recherche d'eau et de nutriments, ce qui est bénéfique aux cultures en période de

sécheresse. En contribuant à augmenter la porosité du sol, à réduire le ruissellement et à accroître la couverture du sol, les arbres augmentent l'infiltration et la rétention de l'eau et réduisent le stress hydrique lorsque les précipitations sont faibles. D'un autre côté, l'excès d'eau est pompé hors du sol plus rapidement dans les parcelles agroforestières en raison de taux d'évapotranspiration plus élevés.

Les forêts et les arbres urbains régulent la température et l'eau pour rendre les villes résistantes, En ville, les forêts et les arbres peuvent fournir des services d'ombrage, de refroidissement par évaporation, d'interception, de stockage et d'infiltration des pluies. Elles peuvent jouer un rôle important dans l'adaptation urbaine à la variabilité et au changement climatiques. Compte tenu des changements de la couverture du sol dus au remplacement de la végétation par des constructions, les zones urbaines sont confrontées à des taux et des volumes accrus de ruissellement de surface et d'effets d'îlot de chaleur urbain (ICU) (CIFOR, 2012).

1.7. La biomasse et CO_2 organiques des arbres

L'atténuation du changement climatique constitue un objet politique publique formulé aux échelles internationale, européenne, national (Laurence Monnoyer-Smith, 2019), Durant la photosynthèse, l'arbre absorbe le CO_2 de l'atmosphère à l'aide de ses stomates, des petits trous (invisibles à l'œil nu) situés sur la face inférieure des feuilles (ou des aiguilles pour les conifères). Il le transforme ensuite en séparant le carbone (le C de la formule chimique) et l'oxygène (O_2). Le carbone ainsi capté reste emprisonné dans les racines, le tronc et les branches, où il sert à créer la matière organique essentielle à la croissance de l'arbre. L'oxygène, quant à lui, est rejeté dans l'atmosphère.

Les quatre plus grands réservoirs du carbone sont l'atmosphère, les océans, les réserves d'hydrocarbures et l'écosystème terrestre qui englobe la végétation et le sol.

1.8. Principales formes et stockage du carbone

Le carbone se trouve sous deux formes principales dans la nature. Le carbone organique et inorganique.

- **Carbone inorganique**

Le carbone inorganique est présent dans les minéraux carbonatés mais il n'établit pas des liaisons chimiques avec l'hydrogène et d'autres carbones. A l'échelle du globe, il est présent dans trois réservoirs : l'atmosphère, l'hydrosphère (en particulier les océans) et la lithosphère (les roches). Dans l'atmosphère, le carbone inorganique est sous forme gazeuse (CO2).

- **Carbone organique**

Le carbone organique (CO), généralement à l'origine des organismes vivants, végétaux, animaux et microorganismes, est lié à l'hydrogène, l'oxygène et autres éléments dont l'azote, le phosphore et le soufre pour former des molécules organiques ou des hydrocarbures

1.8.1. Forêts et séquestration du carbone

L'écosystème forestier est un système qui échange le carbone avec d'autres éléments comme l'hydrosphère et l'atmosphère. Les arbres ,

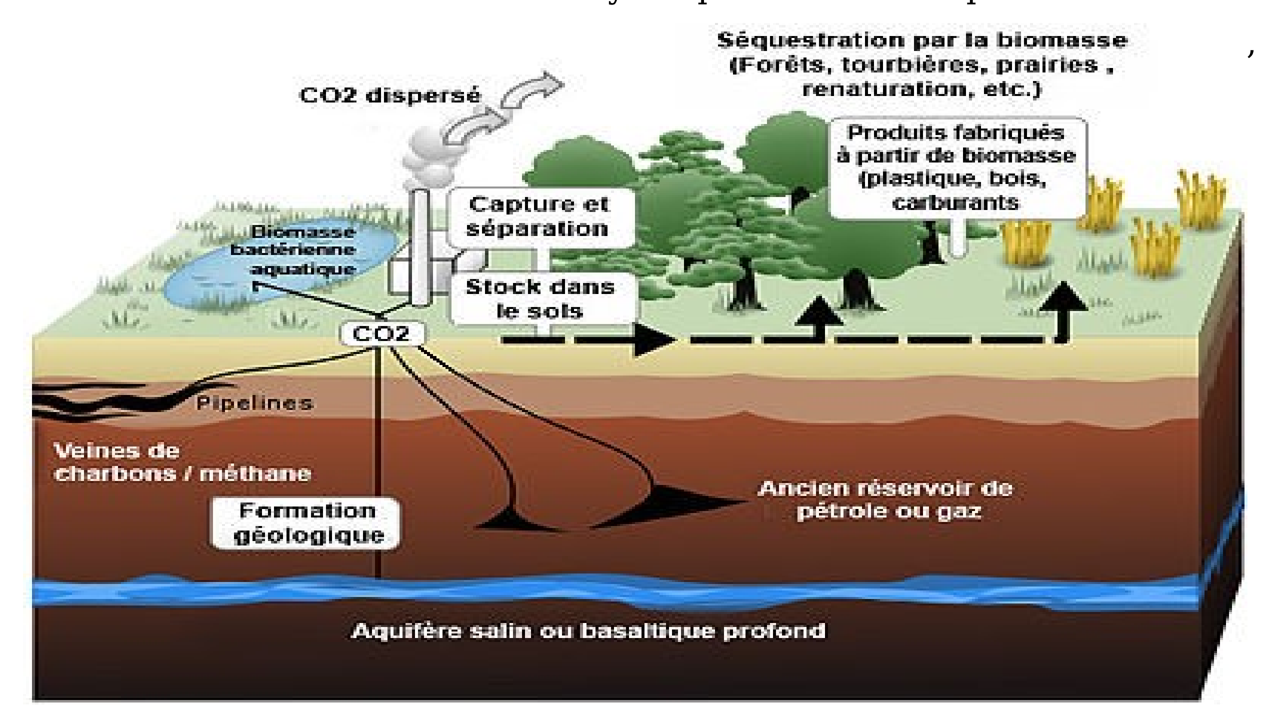


Figure 1:Stucture de stock de carbonne Forestières

Les forêts recouvrent 30% de la surface de la terre et occupent près de quatre milliards d'hectares. Elles représentent le deuxième plus grand puits de carbone estimé à hauteur de 1120. Les forêts jouent ainsi un rôle crucial dans l'environnement en luttant contre le réchauffement climatique par leur rôle de séquestration et de stockage du carbone. Le terme « séquestration du carbone » désigne un processus qui implique une augmentation du taux de carbone dans un réservoir autre que celui de l'atmosphère (GIEC, 2000 ; Saïdou et *al*. 2012).

1.8.2. Une analyse des controverses sur les puits de carbone

Depuis l'apparition du concept de puits de carbone dans les négociations sur le changement climatique au début des années 90 (BRUNO L. at *al*. 2002), Généralement, deux grandes approches de limitation des gaz à effet de serre sont envisagées : la réduction de la source principale qui est la combustion de carbone fossile (pétrole, gaz et charbon minéral) et le stockage de l'excédent de CO2 dans les puits, qui sont définis par des stocks croissants ou des flux positifs de l'atmosphère vers la biosphère.

- **Qu'est-ce qu'un puits de carbone**

L'homme détruit l'équilibre du cycle de carbone de la terre. Il émet plus de CO_2 (dioxyde de carbone) dans l'air que ce que les plantes et les océans sont capables d'absorber. L'atmosphère s'enrichit ainsi en gaz à effet de serre, d'où un réchauffement de la terre. Les écosystèmes qui absorbent plus de CO_2 qu'ils n'en rejettent sont susceptibles de freiner ce processus. Si, par exemple, une forêt absorbe du CO_2 et stocke le carbone de manière durable dans la biomasse, la teneur en CO_2 de l'atmosphère diminue; la forêt fait alors office de puits de carbone. De tous les écosystèmes, les forêts ont le plus grand potentiel de puits, mais elles peuvent aussi devenir des sources de CO_2.

CHAPITRE DEUXIEME : MILIEU, MATÉRIEL ET MÉTHODES D'ETUDE

2.1. Présentation de la zone d'étude

2.1. 1. Localisation géographique et administrative

La concession de l'université Shalom de Bunia appelé Campus Langlord (campus Ouest), est située en République Démocratique du Congo, province de l'Ituri, ville de Bunia, dans la commune MBUNYA, Quartier BANKOKO, Avenue BANDAYI, au sud de l'Aéroport de MURONGO de Bunia a une distance environ 8 km à l'ouest du centre-Ville de Bunia a une superficie de 39hectares. Les coordonnées

géographiques de ce site sont : 1213 m d'altitude, 030˚12′48.4″ de longitude Est, 01˚33′42.4″ de latitude Nord.

Figure 2 : Localisation de la zone de plantation de boisement dans la concession du campus Langford

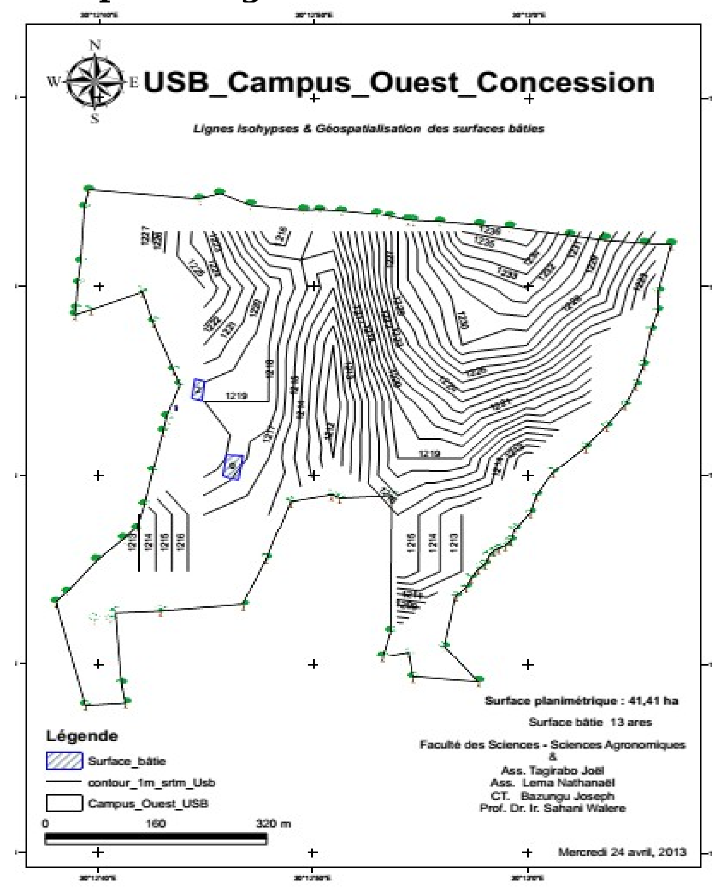


Figure 2: zone de plantation de boisement dans la concession de Langford:

2.1. 2. Historique du site

La gestion de la concession Langford comme les autres patrimoines de l'USB, incombe à l'administration de celle-ci via le service de l'Intendance. Le terrain fut acheté le 06/06/1995 suite au besoin d'espace que ressentait l'ISTB à l'époque. Il fallait, à l'époque, trouver de l'espace pouvant servir de jardin aux étudiants Théologiens et au personnel de l'institution. En 2007 par L'ARRETE MINISTERIEL N°040/MINESU/CAB.MINETAT/DC/KJ/2007 du 12/05/2007 PORTANT CHANGEMENT DE DENOMINATION ET DE STATUT DE L'INSTITUT SUPERIER THEOLOGIQUE DE BUNIA EN UNIVERSITE SHALOM DE

BUNIA (USB), l'Institut Supérieur Théologique de Bunia change son statut et devient l'Université Shalom de Bunia, laquelle mutation occasionna la création de nouvelles facultés au sein de l'institution. C'est ainsi que, sur décision du Conseil d'Administration et par souci de la mise en valeur de ce patrimoine, l'Université avait trouvé mieux d'y amorcer les activités liées aux pratiques professionnelles des étudiants dans les facultés de sciences agronomiques et science environnementales. Il s'en est suivi la construction de homes des étudiants célibataires et des auditoires pour ces facultés qui y fonctionnent jusqu'à ces jours. A partir de 2020 avec la spoliation de ce terrain par les autochtones BAKONGOLO qui voulaient à tout prix le récupérer malhonnêtement, naquit l'idée d'élargir le Complexe Scolaire Shalom en y construisant certaines de ses classes. Actuellement le terrain est clôturé en fil barbelé pour démontrer les limites de la concession.

Il sied de signaler que la concession Langlord de l'Université Shalom de Bunia détient un certificat d'enregistrement daté du 11 novembre 2015. Elle est inscrite au registre journal sous les numéros d'ordre général 6043 et spécial D8/C0-1124. Par ailleurs, elle porte le numéro SR 1024 du plan cadastral du Territoire d'Irumu, située dans le quartier BANKOKO et s'étend sur une superficie de trente-neuf hectares (39ha), soixante-dix-neuf ares (79 ares), vingt-neuf centiares, cinquante et un centièmes, propriété de l'Etat…

2.1.3. Les activités organisées

La concession de Langford est constituée de cultures vivrières et pérennes, Elle a été reboisé avec les diverses espèces de plantes exotiques telles que : *Acasia mangium, Acasia auriculiformis, Casuarina equitifolia L, Cupania vernalis cambess, Eucalyptus sp, Grevilea robusta, Hibicus tiliaceus, Juniperus phoenicea L, Senna siamea, Terminalia ivorensis*, appart ça il y a les cours qui se font passe par-là, on y trouve les hommes pour les étudiants, les auditoires pour les cours ainsi que les salles de classe pour les élevés, avec d'autres projet dont notamment : projet ananas, projet bananier, les étangs piscicole pour la pisciculture et

d'autres projet en cour d'exécution dont notamment : installation d'un lac artificiel, ainsi que le boisement à grande échelle.

2.2. Matériels

Pour bien mener notre étude, nous nous sommes servis de deux types de matériel : le matériel biologique et le matériel non biologique ou technique.

2.2.1. Matériel biologique

Le matériel biologique que nous avons eu à utiliser était constitué des arbres, situés dans la concession de Langford.




2.2.2. Matériels non biologiques (techniques)

Matériels	Utilités
Machette	Défriché l'endroit denses ou il est impossible d'accédé à l'aire libre dans le site.
Ruban métrique	Pour la prise de la circonférence de l'arbre
VERTEX-IV	La prise de la hauteur des arbres à une distance visible de la fourche de l'arbre.
UNE PERCHE	Pour indique les niveaux de DHP à 1,30m du sol
Transpondeur	Fixe sur l'arbre à 1,30m du sol pour transmettre un massage prédéterminé en réponse à un signal reçu prédéterminé avec le vertex-iv
Telephone androïde (tecno spark go 2021)	La prise des images des espèces inventorient pour les identifiés à l'aide de l'application « Plant Net » via la connexion internet.
GPS-GARMIN	Pour la prise de coordonnés géographique du site d'étude, et des essences inventorient.

Fiches de collecte des données	Support d'enregistrement pour recueillir facilement des données.
Un marquere	Pour matérialiser le niveau de DHP ou marquer les arbres inventories.
Un stylo	Pour écrire des données.
Un ordinateur portable (hp)	Pour saisir les données et les analysés.

Tableau 1: Matériels non biologiques

2.3. Méthodologie

Cette étude consiste en un inventaire dendrologique et dendrométrique des espèces exotique en reboisement au sein du campus Langford. Tous les arbres ayant un diamètre à hauteur de poitrine (DHP) supérieur ou égal à 5 cm sont inventoriés. Les paramètres calculés sont les indices de diversité, la hauteur totale (HT) et le diamètre à hauteur de poitrine (DHP). La méthode de relevés itinérants a été utilisée pour la collecte des données floristiques. Elle a consisté à noter toutes les espèces rencontrées lors du parcours des différents coins de la concession de Langford. Mais aussi la méthode documentaire qui nous a permis de lire les travaux similaire à notre recherche.

2.4. Echantillonnage et critère de sélection

Etant donné que notre objectif été d'avoir une idée sur la diversité que possèdent la concession de Langford, l'échantillonnage de notre recherche a considéré le cent pourcent (100%) des essences qui ont un diamètre supérieur ou égal à 5 cm.

2.5. Variables d'étude

Les variables retenues ont concerné notamment

- la diversité de densité par essence et par année et la densité globale,
- Usage, année de plantation, accroissement annuel moyen du diamètre et de la hauteur des arbres,
- Structure verticale et horizontale du diamètre ainsi que la hauteur des essences en étude,
- caractéristique structurale,

- Biomasse et carbone organique qui nous a permis de déterminer la quantité de biomasse et carbone séquestre par les essences en boisement au campus Lampus ford,
- Comparaison de la biomasse et Carbonne organique des essences en boisement dans la concession de Campus Langford.

2.6. Analyse des données

Les résultats de notre étude sont présentés dans les figures et tableaux. Nous avons procédé par l'inventaire des effectifs sous forme de fréquence. Les données recueillies au cours de l'étude ont été dépouillées par le logiciel R, qui de façon automatique, nous a aidé à faire les analyses de la statistique descriptive.

2.6.1. Tests statistiques

Kruskal Wallis : C'est un test non paramétrique. Elle est parfois appelée ANOVA à un facteur sur les rangs. C'est une alternative non paramétrique à l'ANOVA à un facteur. Il s'agit d'une extension du test de Man-Whitney aux situations où plus de deux niveaux/populations sont impliqués. Ce test fait partie de la famille des tests Rank Sum. Cela dépend des rangs des observations de l'échantillon.

Test non paramétrique : C'est un test qui ne suit pas la distribution normale.

Éléments d'un test de Kruskal Wallis

- Une variable indépendante à deux niveaux ou plus. Cette variable indépendante est catégorielle.
- Une variable dépendante qui peut être au niveau de mesure Ordinal, Intervalle ou Ratio.

Hypothèses du test de Kruskal Wallis

- Indépendance des observations – Chaque observation ne peut appartenir qu'à un seul niveau.
- Aucune hypothèse de normalité.

- Supposition supplémentaire – Les distributions de la variable dépendante pour tous les niveaux de la variable indépendante doivent avoir des formes similaires. Nous pouvons utiliser des histogrammes ou des boîtes à moustaches pour déterminer si les distributions ont des formes similaires. Si cette hypothèse est satisfaite, cela vous permet d'interpréter les résultats du test de Kruskal Wallis en **termes de médianes** et pas seulement de rangs moyens.

Hypothèse nulle du test de Kruskal Wallis

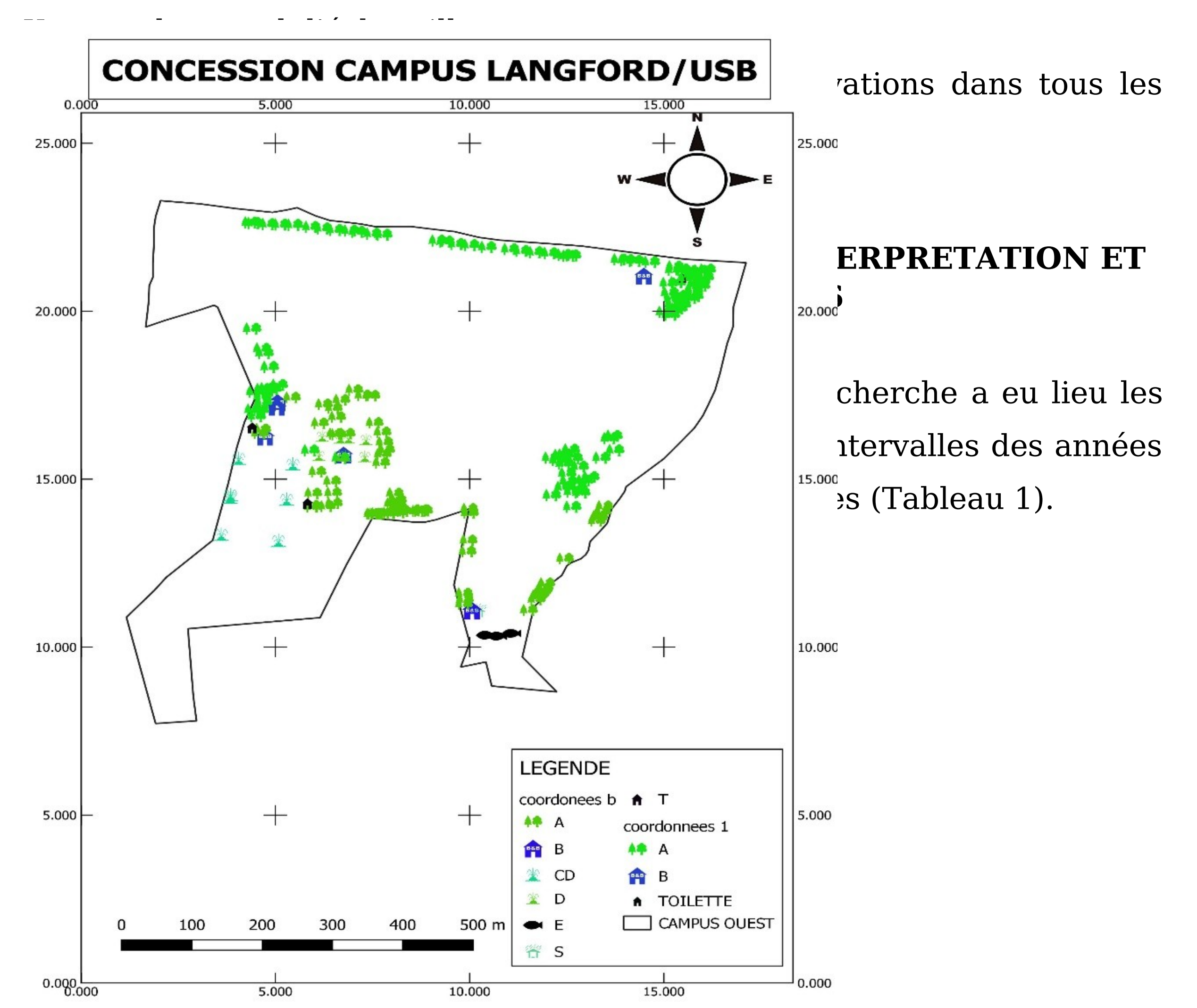
Le test de Kruskal Wallis a une hypothèse nulle, c'est-à-dire que les distributions sont égales.

H Statistiques du test de Kruskal Wallis

$$H = \left[\frac{12}{n(n+1)} \sum \frac{R_i^2}{n_i}\right] - 3(n+1)$$

ni = nombre d'éléments dans l'échantillon i

Ri = somme des rangs de tous les éléments de l'échantillon i



vations dans tous les

ERPRETATION ET

cherche a eu lieu les

ntervalles des années

es (Tableau 1).

Figure 3: Représentation spatiale des arbres dans la concession du Campus Langford

La figure 1 ci-dessus témoigne que le peuplement d’arbres qui ont fait l’objet du présent travail se con centre essentiellement au pourtour de la concession tandis que la partie centrale est occupée par les cultures de champs.

Tableau 1 : Diversité densité par essence et par année et densité globale

Espèce	Famille	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Densité/essence
Acasia auriculiformis A. Cunn. Ex Benth	Fabaceae	46	4	21				71
Acasia mangium De Wild	Fabaceae		23				22	45
Casuarina equitifolia L	Casuarinaceae		27					27
Cupania vernalis cambess	Sapindaceae					9		9
Eucalyptus sp	Myrtaceae			109				109
Grevilea robusta A.Cunn. Ex R.Br.	Proteaceae	30	18	11	21	29		109
Hibicus tiliaceus L	Malvaceae			14				14
Juniperus phoenicea L	Cupressaceae				5	188		193
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Leguminoseae	3			24	27		54
Terminalia ivorensis A.Chev.	Combretaceae		11					11
Densite par an		**79**	**83**	**154**	**51**	**253**	**22**	**642**

Tableau 2: Diversité densité par essence et par année et densité globale

Le tableau (n°1) ci haut montre que le nombre d'individus est de 642 et le nombre de famille entre 9. La plus grande densité est observée dans les peuplements âgés de 3 ans (2019) avec 253 arbres, suivis de peuplement planté à 2017 avec 154 arbres puis les arbres planté en 2016 avec 83 arbres répartis dans 4 familles. La plus faible richesse spécifique est observée dans les peuplements d'arbre planté en 2020 avec 22 arbres ainsi que ceux de 2018 avec 51 arbres, suivis de ceux de 2015 avec 79 arbres.

Tableau 2 : Usages et dynamique de peuplement.

Espèce	Usage	Année de plantation	AAM DHP (cm)	AAMHt (m)	TE (année)
Acasia auriculiformis A. Cunn. Ex Benth	BO, Lég, BE	2015	2.5	1.9	2039
		2016	2,3	1,8	2042
		2017	2.9	2.3	2038
Acasia mangium De Wild	BO, Lég, Een	2016	4.1	3.2	2031
		2020	3.4	3	2038
Casuarina equitifolia L	BO, BE	2016	2.1	1.7	2045
Cupania vernalis Cambess	PM	2019	2.1	1.8	
Eucalyptus sp	BO, Lég, BE	2017	3.5	2.3	2034
Grevilea robusta A.Cunn. Ex R.Br.	BO	2015	2.1	1.7	2033
		2016	2.2	1.5	2043
		2017	2.6	1.7	2040
		2018	5.2	1.9	2030
		2019	3.8	4.1	2035
Hibicus tiliaceus L	AO	2017	2.5	1.1	
Juniperus phoenicea L	AO	2018	2.3	1.6	
		2019	2.3	1.8	
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & Barneb	AO, PM, PA	2015	1.9	1,9	2047
		2018	3	2.2	2038
		2019	4.5	3.1	2032
Terminalia ivorensis A.Chev.	BO et AO	2016	2.5	1	2040

Tableau 3: Usages et dynamique de peuplement

Légende : BO : bois d'œuvre ; Lég: Plante légumineuse, BE : Bois d'énergétique, PM = Plante médicinale, EO: Essence d'ombrage, PA : Plante alimentaire, AO: Arbre ornementale.

Il ressort de tableau (n°2) ci-dessus, que les essences plantées au campus Lanford sont utilisées principalement à 30% comme bois d'œuvre et 20% comme bois d'énergie et le moins plus 0,2%, il est plus observable que depuis 2016 il y a eu plus de boisement par rapport aux

autres. La croissance la plus spectaculaire en termes de DHP a été observée au niveau de *Grevillea robusta* avec une AAM = 5.2 cm de diamètre suivi de celle de *Senna siamea* avec une AAM = 4.5 cm de diamètre. En ce qui est de l'accroissement en hauteur, c'est le *Grevillea robusta* qui vient à la première position avec une AAM = 4.1 m de hauteur, suivi de celle d'*Acacia mangium* avec une AAM de 3.2 m de hauteur et le *Terminalia ivoiriensis* vient à la dernière position avec une AAM = 1 m de hauteur.

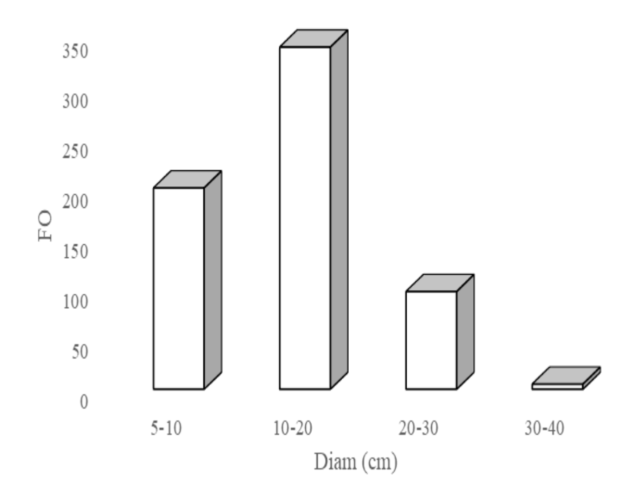


Figure 4: Structure Verticale et Horizontale de peuplement d'arbres de la concession du campus Langford

La figure 2 ci-hauts montre que dans l'ensemble de l'espace de la concession de campus Langford pour la structure horizontale, le plus grand nombre d'individus sont ceux dont le Dhp est compris entre 10 à 20 cm de diamètre, suivi par ceux dont le Dhp varie de 5 à 10 cm, par contre ceux dont le Dhp varie de 20-30 cm sont le moins représenté et le petit nombre d'individus s'observe dans les classes de Dhp compris entre 30 à 40 cm. Par allier pour ceux qui concerne la structure vertical les plus rependue sont se dont la hauteur totale sont situé entre 5 et 10 m, suivi de 10 à 15m, en suite ceux de 15 à 20 m, ainsi que ceux dont leurs Ht sont inférieure à 2 et 5m, et peu d'individus avec l'intervalle de Ht comprises entre 20 et 25m.

Tableau 3 : Caractéristique structurales par essences

Espèce	Famille	Diammin	Diammax	Diammoy	Ht mim	Ht max	Ht moy.	ST m2/ha
Acasia auriculiformis A. Cunn. Ex Benth	Fabaceae	5.5	29.9	26.50±5.23	4.9	21.8	12.14±3.49	0.0128
Acasia mangium De Wild	Fabaceae	5.2	30.9	15.78±9.1	3.7	17.6	10.78±4.72	0,0299
Casuarina equitifolia L	Casuarinaceae	6	18.9	12.64±31	6	14.4	10.25±2.7	0.0068
Cupania vernalis cambess	Sapindaceae	5.1	7.6	6.32±0.92	4.7	6.1	5.78±4.74	0.0001
Eucalyptus sp	Myrtaceae	6.1	26.5	17.28±5.1	6	23.7	13.96±3.3	0.0011
Grevilea robusta A.Cunn. Ex R.Br.	Proteaceae	5.1	38.1	14.6±6.68	23.6	10.47	10.47±3.56	0.056
Hibicus tiliaceus L	Malvaceae	10.8	12,8	12.54.±1.48	5	7.9	5.7±0.93	0.0045
Juniperus phoenicea L	Cupressaceae	5.1	19.9	10.14±2.96	5	17	6.97±1.8	0.043
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & Barneby	Leguminoseae	7	21,1	12.77±3.44	5.2	18.6	9.36±2.67	0.019
Terminalia ivorensis A.Chev.	Combretaceae	6.4	21.7	14.95±5.08	5	18.6	6.22±1.42	0,0055
Densite par an								

Tableau 4: Caractéristique structurales par essences

Le diamètre moyen de *Acacia auriculiformis* a fait un record de 26.50 ± 5.23 avec comme hauteur moyen de 12.14±3.49 suivi de *Ecalypus sp* avec un diamètre moyen de 17.28±5.1 à une hauteur moyen de 13.96±3.3 et par contre *Cupania vernalis*, *Grevillea robusta* et *Senna siamea* ont clôturé la liste avec un diamètre de 5,1 cm.

Tableau 4 : Biomasse et carbone organique

Espèce	Densité	BA(t)	CO (t)
Acasia auriculiformis A. Cunn. Ex Benth		1.555	0.0103
Acasia mangium De Wild		0.89626	0.4481
Casuarina equitifolia L		0.4879	0.0105
Cupania vernalis cambess		0.0866	0.0433
Eucalyptus sp		2.4688	1.2344
Grevilea robusta A.Cunn. Ex R.Br.		2.139	1.0695
Hibicus tiliaceus L		0.2545	0.1272
Juniperus phoenicea L		2.8783	1.4456
Senna siamea (Lam.) H.S.Irwin & Barneby		0.9817	0.4909
Terminalia ivorensis A.Chev.		1.2049	0.6024
Densite par an		**11.9841**	**5.992**

Tableau 5: Biomasse et carbone organique

Le tableau n°4, montre que la biomasse varie selon les espèces dont notamment *Juniperus phoenicea L* représente pour elle-même une biomasse aérienne de **2,8783** tonnes et elle a séquestré **1,4456** tonne de carbone soit 24% du total séquestré, suivi des *Eucalyptus sp* ainsi que de

Grevilea robusta A.Cum Ex R.Br avec des biomasses aériennes respectives de **2,4688** tonnes et **2.139** tonnes de biomasse quantifiées ; et qui représente respectivement de **1,2344** tonne et **1.0695** tonnes de carbone (soit 21% du carbone pour les E. spp total séquestré)**.** D'autres espèces représentent une masse plus faible de biomasse ainsi que le carbone séquestré. La biomasse totale est de **11,9841** tonnes et le stock de carbone est de **5,992**tonnes de carbone. Par contre l'*H. tiliacea L.* a présenté la plus faible biomasse aérienne avec 0.2545 tonnes ce qui représente 0.1272 tonnes de carbone organique (soit 2% de carbone total séquestré).

Fugure 5 : Comparaison de la biomasse et Carbonne organique des essences en boisement dans la concession de Campus Langford

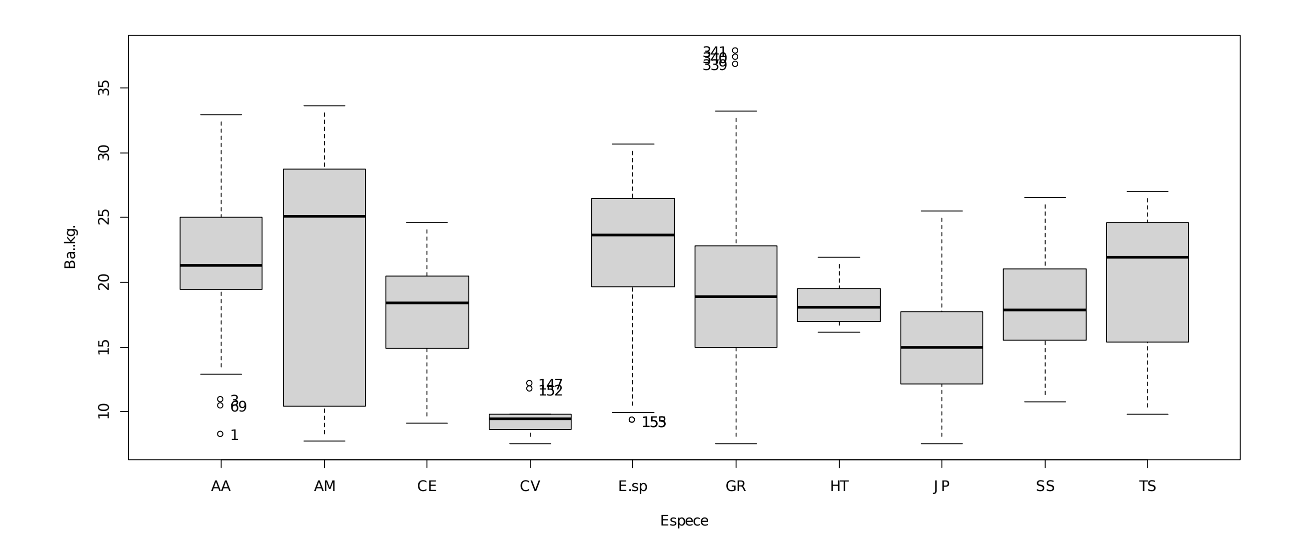


Figure 5: Biomasse aérienne et Carbonne organique séquestre par les essences reboisé au campus Langford

Legende : AA : *Acasia auriculiformis,* AM : *Acasia mangium*, CE: *Casuarina equitifolia*, CV: *Cupania vernalis*, E.sp: *Eucalyptus sp*, GV: *Grevilea robusta*, HT: *Hibicus tiliaceus*, JP : *Juniperus phoenicea*, SS : *Senna siamea* TS *: Terminalia ivorensis.*

Étant donné que le Kruskal-Wallis chi-squared = 175.29, df = 9, p-value = 2.2e-16 est de loin inférieure au seuil de signification de 0.05, il y a lieu de dire que la biomasse aérienne couplée avec carbone organique séquestrée par le peuplement d'arbres plantés au Campus Langford de

l'USB-Bunia varie très significativement selon les essences d'arbres qui y sont plantés.

3.2. Discussion des résultats

3.2.1. Diversité spécifique et densité d'arbres

Il ressort des résultats obtenus lors de notre inventaire dendrométrique pour cette étude au sein de Langford qui nous a permis de déterminé les richesse floristique de notre concession en espèces dont notamment 642 espèces reparties en 9 familles sur une surface de 39 hectare a été bien déterminé, ainsi donc il est a signalé que la diversité floristique des essence en reboisement ce diffèrent par rapport aux années de plantation dont les plus rependue s'observe au niveaux de l'années 2019 avec 253 arbres suivi des 2017 avec 154 arbres. Nous avons pu comparer nos résultats à la composition floristique de travail de N'Dja et *al*, 2017, Ces auteurs avaient recensé 474 espèces réparties de 330 genres au sein de 91 familles sur une superficie de 21 565 hectares, caractérisées par une richesse la plus rependue en espèces anémochores qui revient à l'abondance relative des Fabaceae, des Combretaceae et des Poaceae. La richesse spécifique de notre site d'étude est plus élevée par rapport à celui de la forêt classée de la Besso (Côte d'Ivoire).

La richesse spécifique de notre site d'étude est plus élevée par rapport à celui de la Forêt Classée D'agbo I (Côte d'Ivoire) dont 626 espèces inventoriées qui se répartissent en 428 genres et 101 familles pour une superficie de 15,575 ha dont les familles botaniques les plus dominantes sur le site sont celles des Fabaceae avec 78 espèces, des Rubiaceae avec 47 espèces, des Malvaceae avec 35 espèces, des Apocynaceae avec 35 espèces, et des Euphorbiaceae avec 29 espèces.

Parmi les 9 familles identifiées dans le cadre de la présente étude, seule 2 familles qui coïncident avec celles inventoriées par N'Dja et *al*. en 2017, il n'y a que deux familles qui sont représenté par rapport à leur milieu d'étude dont (Fabaceae et Malvaceae) tandis que les 7 autres familles (Combretaceae, Casuarinaceae, Proteaceae, Mimosaceae,

Cupressaceae, Myrtaceae, Sapindaceae) sont spécifiques à notre milieu d'étude. Quant à l'écart de richesse spécifique démontré entre le site du Campus Langford et ceux de la forêt classée de Besso (Côte d'Ivoire) ainsi que la forêt classée d'Agbo (Côte d'Ivoire) résulte par le fait que ces deux dernières forêts n'étaient pas protégées et qu'elles étaient soumises aux pressions anthropiques, ce qui n'est pas le cas pour le peuplement d'arbres plantés au Campus Langford de l'USB-Bunia. Qui vient confirme notre deuxième hypothèse

3.2.2. Les usages des essences et dynamique de peuplement

La croissance la plus spectaculaire en termes de DHP a été observée au niveau de *Grevillea robusta* avec une AAM = 5.2 cm de diamètre suivi de celle de *Senna siamea* avec une AAM = 4.5 cm de diamètre.

En ce qui est de l'accroissement en hauteur, c'est le *Grevillea robusta* qui vient à la première position avec une AAM = 4.1 m de hauteur, suivi de celle d'*Acacia mangium* avec une AAM de 3.2 m de hauteur et le *Terminalia ivoiriensis* vient à la dernière position avec une AAM = 1 m de hauteur.

En partant de nos investigations, nos résultats ont prouvé que les espèces inventoriées sont à multi usages et l'usage qui prédomine est environnemental, suivi des usages tels que écologique (ombrage, renforcement de fertilité du sol, lutte anti érosive, etc.), production de bois d'œuvre, et bois énergie, ornement, alimentaire. Qui confirme notre première hypothèse

Traoré Gô Hamidou et *at.,* en 2019, travaillant sur la diversité d'utilisations et de connaissances des espèces locales préférées dans le corridor forestier de la Boucle du Mouhoun, Burkina Faso, ont pu montrer que les populations rurales dépendent fortement des ressources forestières pour la satisfaction de leurs besoins quotidiens dont les forêts classées que constitue cette zone représentent une forte potentialité en bois d'énergie de plus, les Produits Forestiers Non Ligneux, les produits de la pharmacopée, les bois d'œuvre dans les constructions et les

produits fourrageurs sont des biens fournis par les formations végétales. Les résultats de cette étude constituent une base de données pour une gestion durable des ressources.

Pour ce qui est de dynamique de peuplement, les résultats de notre travail ont démontré que les accroissements en diamètre et en hauteur varient selon l'espèce mais aussi avec la durée de son évolution. Raison pour laquelle par exemple les *Grevilea robusta A.Cum et Acacia manguim De Wild* ont une dynamique en termes de DHP et hauteur totale tout au long de leur évolution dans le temps et ont démontré une grande performance que les autres espèces.

Ce résultats corroborent avec ceux de Choungo P. et *al.,* 2017 qui ont observé, entre 2014 et 2015, un accroissement de la hauteur qui au fil du temps est passée de 1,61 m à 3,5 m entre 2006 et 2014, puis de 3,5 à 5,7m entre 2014 et 2015. D'autre part, le diamètre de la couronne évolue graduellement de 0,39 m en 2006 à 2,43 m en 2015. Au niveau du collet, on observe un accroissement tout au long de la période d'essai avec un maximum en 2015 à 6,27 cm pour les boutures d'*Irvingia wombolu*.

Par contre nos résultats sont plus supérieurs à ceux obtenus par (ALAIN COGLIASTRO et *al.* 2020)**,** qui ont abouti à un rendement selon lesquelles les plus hauts taux d'accroissement annuels moyens en diamètre ont été produits par le chêne rouge (0,83 cm/an) et le noyer noir (0,75 cm/an). La différence de nos rendements par rapport à ceux obtenus par ces auteurs est due à l'absence d'éclaircie, une forte compétition herbacée et une éclaircie tardive dans leur site expérimental.

3.2.3. Structure de peuplement

La figure 2 ci-hauts montre que dans l'ensemble de l'espace de la Concession de Campus Langford pour la structure horizontale, le plus grand nombre d'individus sont ceux dont le Dhp est compris entre 10 à 20 cm de diamètre, suivi par ceux dont le Dhp varie de 5 à 10cm en par contre ceux dont le DHP varie de 20-30 cm sont le moins représenté et le petit nombre d'individus s'observe dans les classes de Dhp compris entre

30 à 40cm. Par allier pour ceux qui concerne la structure vertical sont dont la hauteur totale sont comprises entre 5 et 10m, suivi de 10 à 15m, en suite ceux de 15 à 20m, ainsi que ceux dont leurs Ht sont inférieure à 2 et 5m, et peu d'individus avec l'intervalle de Ht comprises entre 20 et 25m.

Les structures horizontale et verticale de peuplement d'arbres plantés au sein de Campus Langford ont décrit les courbes en une de cloche. Ce qui démontre que le peuplement est composé d'arbres plantés à des périodes différentes et que la majorité (43%) d'entre eux ont été planté aux deux dernières années (2019-2020) contre à peine 25% plantés aux deux premières années (entre 2015-2017). Tandis que BOSUNGA YAOTUMBA en 2020**,** dans son étude portant sur bilan dendrométrique compare de *Pericopsis elata* avec *blighia welwitchii, P. elata* avec *Guarea cedrata* et *P. elata* seule, plantees en blanc-étoc dans l'arboretum de l'INERA-Yangambi. Dans la parcelle où *P. elata* est associée avec *B. welwitschii*, la structure diamétrique des arbres prend l'allure d'une courbe en j inversé avec plus d'individus dans la classe qui varie entre 10 et 20 cm, avec beaucoup d'arbres ayant une hauteur totale en dessous de 40 m avec une particularité dans la parcelle de *P. elata* et dans celle où *P. elata* est associée avec *Guarea cedrata* où peu d'individus ont une hauteur totale en dessous de 15 m.

Cette différence est due par le fait que, le travail de Bosunga a porté sur un peuplement à regénération naturelle sous traitement à blanc-étoc contraire à la situation de présent travail qui a porté sur un concession en boisement et ce, à des périodes et densités différentes.

3.2.4. Biomasse et carbone organique

La quantité totale de biomasse aérienne de l'espace inventorié s'élève à 11,9841 tonnes de matière sèche, ce qui correspond à un stock de carbone séquestré de 5.992 tonnes pour notre étude. L'équivalent de biomasse aérienne estimée à 0, 307t/ha et de CO_2 est de 21,991 tonnes. Comparé à ceux trouvés par BENDE MOSENGO en 2016**,** la quantité de la biomasse moyenne produite est estimée à 400,21 t/ha en 2016.

Fédriche NDZAI et *al.* 2021, ont trouvé des rendements selon lesquelles le carbone organique est plus élevés dans la forêt adulte à Guiboutia (14,00 ± 14,63 tC/ha) et plus faible dans la forêt secondaire à Musanga (2,22 ± 0,89 tC/ha). Qui vient confirmes notre hypothèse principale.

Cette énorme amplitude en quantité de carbone organique entre le présent travail et ceux des auteurs cités ci-haut, se justifie par le fait que ces derniers ont travaillé dans un peuplement forestier naturel plus ou moins vieux, ayant une forte densité d’arbres contrairement à la présente situation qui a concerné un site universitaire qui a fait l’objet de reboisement à faible densité et dont le plus vieux arbres compte à peine 7 ans d’âge.

CONCLUSION ET SUGGESTION

Ce travail qui s'achève s’intitule « Diversité et biomasse des essences en reboisement au campus Langford de l’Université Shalom de Bunia ». Il tient à rappeler que l’objectif général poursuivis par la présente étude était d’évaluer la diversité des essences en boisement au Campus Langford de l’Université Shalom de Bunia ainsi que leur biomasse pour détermine le taux de séquestration de carbone. Avec comme objectifs spécifiques :

- ✓ Déterminer la richesse et la composition floristique des essences en boisement au Campus Langford de l’Université Shalom de Bunia ;
- ✓ Estimer leur biomasse aérienne afin d’en déduire le stock et l’équivalent carbone qu’ils séquestrent ces essences en boisement dans la dite concession en vue de déterminer l’importance de boisement en tant que l’une des mesures d’atténuation des gaz à effet de serre.
- ✓ Contribuer à combler le déficit d'information sur la diversité et biomasse des essences en boisement au campus Langford de l’Université Shalom de Bunia.

Ayant recouru à la technique d'inventaire forestier dendrologique et dendrométrique dans le peuplement d'arbres plantés dans la concession du Campus, les données recueillies ont été traitées et analysées par le logiciel R et les autres formules mathématiques, qui ont conduits à trouver les résultats ci-après :

La plus grande densité est observée dans les peuplements âgés de 5 ans (2019) avec 253 arbres, suivis de peuplement planté à 2017 avec 154 arbres puis les arbres planté en 2016 avec 83 arbres répartis dans 4 familles. La plus faible densité est observée dans les peuplements d'arbre planté en 2020 avec 22 arbres ainsi que ceux de 2018 avec 51 arbres, suivis de ceux de 2015 avec 79 arbres, ces résultats démontrent en suffisance que la concession est reboisent en suivant les années.

Pour ce qui est de dynamique de peuplement, les résultats de notre travail ont démontré que les accroissements en diamètre et en hauteur varient selon l'espèce mais aussi avec la durée de son évolution.

Les résultats de nos investigations ont prouvé que les essences inventoriées sont à multi usages et l'usage qui prédomine est environnemental (ombrage, renforcement de fertilité du sol, lutte anti érosive, etc.), suivi de celui de production de bois d'œuvre, bois énergie, ornement et alimentaire. Les arbres inventoriés font état de 9 espèces végétales reparties en 9 familles et ces derniers fournissent des divers services écosystémiques. Le total de la biomasse aérienne s'élève à 11, 9841kg, ce qui correspond à un stock de carbone séquestré de 5,992t soit un équivalent CO_2 de 21,991Kg et cette quantité de carbone a varié significativement d'une essence à une autre.

L'ensemble de ces résultats, nous permet de conclure que notre hypothèse principale est confirmée étant donné que dans la concession du Campus Langford la richesse floristique des essences d'arbres boise est beaucoup plus diversifie en espèce et leur biomasse aérienne est plus considérable. Nos trois hypothèses spécifiques sont aussi confirmées étant donné que les taux des séquestrations de carbone des arbres en boisement dans la concession du campus Langford est plus beaucoup plus

représentatif par rapport aux autres auteurs soulevé ci-haut, les services écosystémiques fournis par les abres sont en multi usages face aux populations dont notamment bois d'œuvre ; Plante légumineuse, bois d'énergétique, plante médicinale, essence d'ombrage, plante alimentaire, arbre ornementale et leurs dynamiques de pans de l'année de leur plantation, ainsi donc la distribution des arbres dans les classes de diamètre et la hauteur serait d'une inégalité en tenant compte des années des plantations.

Au regard de résultats de nos investigations, nous suggérons ce qui suit :

- Au ministère de l'environnement de lutter contre la disparition des forêts naturelles car il devient donc indispensable de promouvoir le boisement des milieux urbains (puits de carbone urbain) vu leur importance dans la séquestration de carbone. Cette action pourra contribuer efficacement à résoudre les nombreux problèmes écologiques auxquels sont confrontés nos villes et leurs habitants.
- A la faculté de sciences et sciences agronomiques de l'Université Shalom de Bunia d'initier beaucoup plus de travaux pratiques aux étudiants en matière de boisement pour pallier aux problèmes lie au réchauffement climatique et de faire les suivies réguliers pour permettre une bonne croissance.
- Aux chercheurs de mener les mêmes investigations voir même entre en profondeur en vue de développer d'autres aspects que nous n'avons pas pu aborder durant cette recherche.

BIBLIOGRAPHIE

ALAIN COGLIASTRO, PH. D., ET DANIEL GAGNON, PH. D. (2020), bonne croissance et grande qualité des arbres feuillus en plantation quand les traitements essentiels sont appliqués. Disponible en ligne sur : Document_102080.pdf (agrireseau.net), consulté le 12/10/2022 à 1h9'

Arsène Mushagalusa Balasha, Jean-Hélène Kitsali Katungo, Benjamin Murhula Balasha, Lebon Hwali Masheka, Aloïse Bitagirwa Ndele, Volonté Cirhuza, Jean - Baptiste Assumani Buhendwa, Innocent Akilimali, Nicanor Cubaka et Benoît Bismwa, 2021, « Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu » https://journals.openedition.org/vertigo/31673

BENDE MOSENGO (2016), Dynamique et évolution de stock de carbone dans la forêt semi-caducifoliée à Gilletiodendron kisantuense dans la réserve forestière de la Yoko (Ubundu, RDC). Disponible en ligne sur : TFE Oscar BENDE MOSENGO.pdf (abctaxa.be) consulté le 12/10/2022 à 23h02'.

Bernadin Yassine NGOUMBA, (2017) Biodiversité, estimation du stock de carbone et gestion forestière des reboisements de terminalia superba engl et diels en République du Congo. Disponible en ligne sur : https://www.memoireonline.com/12/21/12596/Biodiversit-estimation-du-stock-de-carbone-et-gestion-forestire-des-reboisements-de-termina.html consulte le 22/07/2022 à 17h08'

BRUNO LOCATELLI, CYRIL LOISEL, (2002), Changement climatique - controverses sur les puits de carbone consilté sur http://agents.cirad.fr/pjjimg/bruno.locatelli@cirad.fr/Locatelli_Loisel_2002_controverses_puits_carbone.pdf le 11/10/2022 à 12h54. Consulté le 12/09/2022

CAMPAGNA M. (1996), Le cycle du carbone et la forêt : de la photosynthèse aux produits forestiers consulté en ligne sur https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/connaissances/rn963106.pdf consulté le 12/08/2022

Choungo P., Jiofack R., Tchoundjeu Z., Makueti J., Nolé T. (2017), Evaluation des paramètres de croissance d'une espèce à usage multiple au Cameroun : Cas de Irvingia wombolu Vermoesen (Irvingiaceae). En ligne sur : (PDF) Evaluation des paramètres de croissance d'une espèce à usage multiple au Cameroun : Cas de Irvingia wombolu Vermoesen (Irvingiaceae) (researchgate.net) consulté le 12/10/2022 à 00h45'

CIFOR, (2012), Le rôle des forêts et des arbres dans l'adaptation sociale à la variabilité et au changement climatiques, disponible en ligne sur 4023-infobrief.pdf (cifor.org) consulté le 01/09/2022 à 13h43'

Cyrille EKOUMOU (2019), projet d'appui au développement des chaînes de valeurs agricoles dans six provinces de la RDC (padca-6p) de la république démocratique du Congo (padca-6p) disponible en ligne sur https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/PADCA-6P_-_RDC_-_EIES__PGES.pdf consulté le 31/07/2022 à 18h13'consulte le 20/10/2022 à 12h13'

Éric ROOSE, George DE NONI, Christian PRAT, Francis GANRY, Gérard BOURGEON (2004) Gestion de la Biomasse, Erosion et Séquestration du Carbone, disponible en ligne sur : https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-09/010034955.pdf consulté le 25/07/2022 à 13h18' consulte le 20/10/2022 à 12h25'

FAO, (2010), Vers l'Inventaire et l'Evaluation des Arbres Hors Forêt, https://www.fao.org/3/aq072f/aq072f00.pdf consulte le 20/10/2022 à 12h29'

FAO, (2016) forêts et changements climatiques consulté sur https://www.fao.org/3/i6374f/i6374f.pdf le 25/07/2022 à 15h09' consulte le 20/10/2022 à 12h25'

FAO, (2020) situations des forêts du monde consulté sur : https://pfbc-cbfp.org/files/docs/Bassin%20du%20Congo/FR_Synthese_FAO_REPORT.pdf le 25/07/2022 à 15h36, p10, 12

FAO, (2021) réexamen de l'état de la restauration des forêts et des paysages en Afrique disponible sur : https://www.fao.org/3/cb6111fr/cb6111fr.pdf consulté le 25/07/2022 à 16h46, P3

FAO, (2022) : Réduction des émissions provenant du déboisement et de la dégradation des forêts REDD+ disponible en ligne sur https://www.fao.org/redd/initiatives/cafi/fr/ consulte le 15/07/2022 à 10h47'.

Fifamè KOUGNIMON, Victorien DOUGNON, Eugénie ANAGO, Honoré BANKOLE, Mohamed SOUMANOU, Frédéric LOKO, (2015), Propriétés biologiques et pharmacologiques de Terminalia superba Engl. et Diels (Combretaceae) : 15/07/2022 à 10h47'.

Gilbert Tremblay, (2014) Séquestration du carbone atmosphérique dans la biomasse racinaire de plantations de saules https://papyrus.bib.umontreal.ca/xmlui/bitstream/handle/1866/12034/Tremblay_Gilbert_2014_memoire.pdf?sequence=2&isAllowed=y 15/07/2022 à 11h4'.

Grace Jopaul Loubota Panzou, Jean-Louis Doucet, Jean-Joël Loumeto, Achille Biwole, Sébastien Bauwens, Adeline Fayolle, (2016), Biomasse et stocks de carbone des forêts tropicales africaines (synthèse bibliographique) consulté sur https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=13232, 15/07/2022 à 10h47' à 18h15'

Guillaume Lescuyer, Jonas Ngouhouo, Poufoun Artur, Collin Régis, Ismael Yembe YembeLe REDD+ à la rescousse des concessions forestières?

Analyse financière des principaux modes de valorisation des terres dans le bassin du Congo. tthps://www.academia.edu/8950791/Le REDD+ à la rescousse des concessions forestières? Analyse financière des principaux modes de valorisation des terres dans le bassin du Congo | Guillaume Lescuyer and Jonas Ngouhouo Poufoun - Academia.edu. 15/07/2022 à 11h15'

Guy Landmann, Frédéric Gosselin et Ingrid Bonhême. (PDF) Utilisation de la biomasse forestière, biodiversité et ressources naturelles : synthèse et pistes d'approfondissement : chap 16 (researchgate.net) Forêts (fao.org) consulté le 14/07/2022 à 14h20'

https://www.bio-ecoloblog.com/pourquoi-reboiser/

https://www.fao.org/3/i0139f/i0139f01.pdf

https://www.u-picardie.fr/beauchamp/mst/Erosion_sol/Erosion-sol.htm « la lutte contre l'érosion des sols dans les régions de grandes cultures »

Hyacinthe ANGONI, Raymond S. ONGOLO, Jean Baptiste NGODO MELINGUI et Marie Laure NGO MPECK, 2018 Composition floristique, structure et menaces de la végétation de la ligne côtière de la Réserve de Faune de Douala-Edéa consulté en ligne sur ResearchGate (en anglais seulement) le 29/07/2022 à 13h20'

Ian Thompson(2011), Biodiversité, seuils de tolérance des écosystèmes, résilience et dégradation des forêts,disponible en ligne sur i2560f05.pdf (fao.org) cosulte le 15/07/2022 11h22'

Justin Kassi N'Dja, 2018, Analyse De La Diversité Floristique De La Forêt Classée D'agbo I (Côte d'Ivoire)disponible sur (PDF) Analyse De La Diversité Floristique De La Forêt Classée D'agbo I (Côte d'Ivoire) | European Scientific Journal (researchgate.net) consulté le 29/07/2022 à 12h52'

Kabulu D. J. (1,2), Bamba I. (1), Munyemba K. F. (2), Defourny P. (3), Vancutsem C. (3), Nyembwe N. S. (4), Ngongo L. M. (2) et Bogaert J.

(1), 2008, Analyse de la structure spatiale des forêts au Katanga disponible sur http://bakasbl.org/news/doc/177.pdf consulte15/07/2022 à 12h30’

KPANE Julien, 2021, a travaillé sur « évaluation de la diversité arboricole et son rôle dans l’amélioration de l’environnement urbain de la ville de Bunia en général de la commune MBUNYA en particulier » travail de fin de cycle pour l’obtention de grade/Inédit. Consilté le 29/07/2022 à 13h20’

L. C. SEHOUN, A. A. OSSENI, M. OROUNLADJI, T. O. LOUGBEGNON, J. C. T. CODJIA, 2021, Diversité floristique des formations végétales urbaines au Sud du Bénin (Afrique de l’Ouest) consulté en ligne sur https://www.agrimaroc.org/index.php/Actes_IAVH2/article/view/959 à 11h50’ 01/09/2022.

Laurence Monnoyer-Smith, 2019, La séquestration de carbone par les écosystèmes en France - Messages clés à l'attention des décideurs. 19/07/2022 à 10h47’.

Les forêts du bassin du congo-Etat de forêt 2013 https://www.observatoire-comifac.net/docs/edf2013/FR/EDF2013_FR.pdf 18/08/2022 à 10h47’.

Mehdi Lotfi, Weber Christiane, Di Pietro Francesca et Selmi Wissal, 2017, Les services écosystémiques urbains, vers une multifonctionnalité des espaces verts publics : revue de littérature, volume 11, https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01659398/document consulté 01/09/2022 à 12h21’ consulté le 01/09/2022 à 12h20’

Ministere de l’environnement, conservation de la nature et tourisme Etude qualitative sur les causes de la déforestation et de la dégradation des forêts en République Démocratique du Congo, consulté sur https://www.forestcarbonpartnership.org/sites/fcp/files/2015/March/12-08-08%20PI%20Causes%20Etude%20qualitative%20causes%20DD%20PNUE.pdf 20/09/2022 à 10h47’.

Nicolas 2021, L'importance du reboisement pour l'environnement consulté en ligne sur : http://ecologiesansfrontiere.fr/limportance-du-reboisement-pour-lenvironnement/ le 30/08/2022 à 17h48'

OFEV Berne, 2006, Puits et sources de CO2 dans l'exploitation forestière Prise en compte dans le cadre du Protocole de Kyoto consulté le 11/10/2022 à 14h45' sur : https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:w42Gf6BNUWsJ:https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/fr/dokumente/wald-holz/uw-umwelt-wissen/co2-senken_und_-quelleninderwaldwirtschaft.pdf.download.pdf/puits_et_sourcesdeco2danslexploitationforestiere.pdf&cd=16&hl=fr&ct=clnk&gl=cd

Ralph Zoghaib, 2021, Evaluation du stock de carbone dans les forêts Libanaises. Exemple des forêts du Nahr Beyrouth disponible en ligne sur these_zoghaib_ralph.pdf consulté le 03/09/2022 à 13h24'

RDGE et AHAI, 2011, boisement et reboisement dans le cadre du projet d'appui au développement des zones vertes, phase II, https://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Environmental-and-Social-Assessments/Kenya_-_Boisement_et_reboisement_dans_le_cadre_du_projet_d%E2%80%99appui_au_de%CC%81veloppement_des_zones_vertes__phase_II_%E2%80%93_Re%CC%81sume%CC%81_PGES.pdf 13/09/2022 à 11h28'.

Saint Fédriche NDZAI, Félix KOUBOUANA, Luc KIMPOLO, Eduarda Karen Ornella KIMPOSSO (2021), Diversité floristique et estimation du stock de carbone organique des forêts adultes et des forêts secondaires du district de Dongou, Département de la Likouala, République du Congo disponible. en ligne sur : (PDF) Diversité floristique et estimation du stock de carbone organique des forêts adultes et des forêts secondaires du district de Dongou, Département de la Likouala, République du Congo Saint Fédriche NDZAI, Félix KOUBOUANA (researchgate.net) le 12/10/2022 à 23h36'

TIÉBRÉ Marie-Solange, VROH Bi Tra Aimé, KOUAME Djaha, N'DA Kognan Dégrâce , and ADOU YAO Constant-Yves, 2015 Effets d'un arbre exotique envahissant Hopea odorata Roxb. (Dipterocarpaceae) sur la diversité floristique et le stockage de carbone du Parc National du Banco en Côte d'Ivoire disponible en ligne sur https://www.researchgate.net/profile/Yves-Adou-Yao/publication/270282709_Effets_d'un_arbre_exotique_envahissant_Hopea_odorata_Roxb_Dipterocarpaceae_sur_la_diversite_floristique_et_le_stockage_de_carbone_du_Parc_National_du_Banco_en_Cote_d'Ivoire/links/563742b108ae88cf81bd5241/Effets-dun-arbre-exotique-envahissant-Hopea-odorata-Roxb-Dipterocarpaceae-sur-la-diversite-floristique-et-le-stockage-de-carbone-du-Parc-National-du-Banco-en-Cote-dIvoire.pdf consulté le 29/07/2022 à 13h20 à 14h13'

TRAORÉ Gô Hamidou1, SANOU Lassina, KOALA Jonas, 2019, Diversité d'utilisations et de connaissances des espèces locales préférées dans le corridor forestier de la Boucle du Mouhoun, Burkina Faso. 09/10/2022 à 10h47'.

Vanessa Audet-Giroux, 2021 La séquestration du carbone dans les écosystèmes de la forêt boréale selon les traitements sylvicoles, disponible en ligne sur : https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/70590/1/37449.pdf consulté le 25/07/2022 à 13h45

WEBIORAPHIE

Wendsom Osée OUEDRAOGO, Alain P. K. GOMGNIMBOU, Saïdou SANTI, Daniel ILBOUDO et Aboubacar TOGUYENI, (2019), Quantification de la Biomasse et stockage du carbone du massif forestier de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts de Dindéresso province du Houet au Burkina Faso. 06/07/2022 à 10h47'.

Nicolas, 2021, L'importance du reboisement pour l'environnement consulté le 25/07/2022 à 13h45 disponible en ligne sur :

http://ecologiesansfrontiere.fr/limportance-du-reboisement-pour-lenvironnement/

ANEXE 1 : Matériels et opérations du terrain



Photo 1 : Liste des instruments utilisés pour la collecte



Photo 2 : L'apprise de la circonférence sur le terrain

ANEXE 2 : Matériel biologique de l'objet d'étude



Photo 3 : Peuplement en *Grevillea robusta* et *Casuarina equisetifolia L.*



Photo 4 : Peuplement en groupement des



Photo 5 : Peuplement en alignement de *Terminalia ivorensis*



Photo 6 : Peuplement en alignement de *Juniperus*